

## 64. Münzgeldsortierer: piezoelektrisch

Klassenstufe	Oberthemen	Unterthemen	Anforderungs- niveau	Durchführungs- niveau	Vorlauf Vorbereitung Durchführung
SI, SII	Elektrik Mechanik	Piezoeffekt freier Fall Impuls	● ●	■	1 Stunde ca. 10 min. ca. 5 min.

Die Funktionsweise eines piezoelektrischen Sensors als Bestandteil eines Münzgeldsortierers wird demonstriert.

### Materialien

- Piezokristall in Kapsel (Seignettesalz, hier: Leybold)
- Meßverstärker
- Verbindungskabel
- Spannungsmesser passend zum Meßverstärker
- Metall-, Holz- oder Hartplastikplatten für Münzschaft und Piezokristall
- Stativmaterial
- verschiedene Münzen

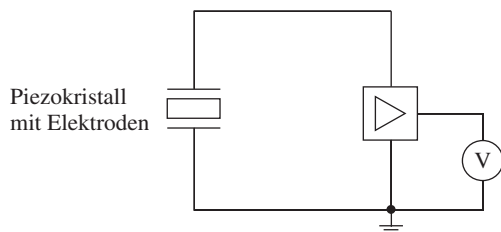


Abb. 1: Schaltskizze

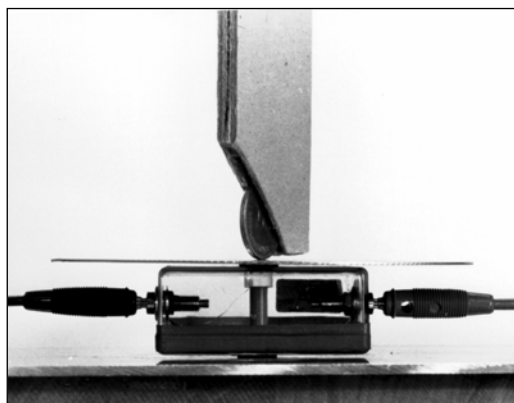


Abb. 2: Plastikbox mit Piezokristall und Anschlüssen sowie unteres Ende des Münzgeldschachtes

### Vorbereitung

Man beginnt zunächst damit, aus Metall-, Holz- oder Kunststoffplatten (Dicke: 2-3 mm) einen ca. 20 cm langen Münzschaft zu bauen, der alle Münzen (0,01-5 DM) aufnehmen kann (Plattenabstand ca. 2,5 mm). An einem Ende des Schachtes sollte eine seitliche Münzföhrung auf ca. 4 cm ausgespart sein (ermöglicht Abrollen der Münze, s. Abb. 2). Diesen so gebauten Münzschaft baut man mit Hilfe eines Stativs vertikal auf.

Unter diesen Schacht bringt man den Piezokristall an, an dessen Flächen man mittels doppelseitigem Klebeband die Aufschlagplatte (Metallblech, ca. 4 x 4 cm) und die Unterlagplatte (Holz- oder Metallplatte beliebiger Größe) befestigt (Abstand Schachtende - Aufschlagplatte ca. 1 cm). Neigt man in geeigneter Weise die Unterlagsplatte und damit das gesamte Piezokristall-System in Richtung der offenen Seite der Münzföhrung des Schachtes, so kann eine eingeworfene Münze von der Aufschlagplatte abrollen und aufgefangen werden.

Zur Messung des Spannungssignals beim Aufschlag einer Münze auf den Piezokristall, verbindet man dessen Abgriffe mit einem Meßverstärker, an den ein Meßinstrument angeschlossen ist. Dabei muß zunächst geprüft werden, ob die gewählte Schachthöhe genügt, um mit den gegebenen Geräten (Güte des Piezokristalls, Verstärkungsfaktor) zwei unterschiedliche Münzen über den Zeigerausschlag zu unterscheiden (im Extremfall: 1 Pfennig- und 5 DM-Münze).

### Durchführung/Ergebnis

Man läßt die Münzen jeweils 10 mal in den Münzschacht fallen und bildet die Mittelwerte der jeweiligen Spannungen. Mit steigender Masse der Münze nimmt die erzeugte Spannung zu:

Münze	1 Pf	2 Pf	5 Pf	10 Pf	50 Pf	1 DM	2 DM	5 DM
Signalhöhe	1,0	1,5-2,0	1,5-2,0	2,5	2,0	3,5	4,0-4,5	5-6

### Funktionsweise/Erklärung

Münzen lassen sich über die Prüfkriterien Masse, Dicke, Durchmesser und Material (Leitfähigkeit, magn. Eigenschaften) unterscheiden. In modernen Münzgeldprüfern kommen für die Sortierung über diese Prüfkriterien optische Sensoren (Lichtschranken: Vermessen des Durchmessers), induktive Sensoren (Dicke, Durchmesser und Material; s. Versuch Nr. 63 "Münzgeldsortierer: induktiv") und piezoelektrische Sensoren (Masse) zum Einsatz.

Beim Aufschlag einer Münze auf einen Piezokristall übt die Münze eine Kraft auf ihn aus (Impulsübertrag). Diese Kraft bewirkt eine piezoelektrische Spannung, welche über einen Meßverstärker nachgewiesen werden kann. Die Spannungssignale sind für jede Münze (Masse) charakteristisch. Zur Münzprüfung werden die erhaltenen Spannungssignale mit programmierten Werten in einem Mikroprozessor verglichen. Die daraus erhaltenen Informationen führen zusammen mit anderen Sensorinformationen zur Entscheidung des Münzpüfersystems, d. h. eine Sortierung in Schächte.

### Variation

Zur Demonstration einer "primitiven" Münzgeldunterscheidung zwischen einer 0,01 DM- und einer 5 DM-Münze (2 g/10 g) verbindet man die Abgriffe des Piezokristalls mit einem Leistungsverstärker, an dessen Ausgang eine Glühlampe angeschlossen ist. Man regelt den Verstärker so ein, daß die Lampe bei der 5 DM-Münze aufleuchtet und bei dem Pfennigstück nicht.

Will man Fragestellungen der Mechanik (s. u.) behandeln, so kann man den Versuch mit Münzschächten unterschiedlicher Länge durchführen.

### Methodischer Einsatz

Der Versuch eignet sich in erster Linie zur Demonstration des piezoelektrischen Effektes.

Aufgrund der Fallstrecke der Münze bieten sich aber auch Einsatzmöglichkeiten im Bereich der Mechanik (z. B. freier Fall, Impuls).

Zudem kann man den Schülern und Schülerinnen einen qualitativen Einblick in die moderne Meß- und Regeltechnik geben.

Vor dem Hintergrund der Münzgeldsortierung ist es zweckmäßig, vorher die Münzen nach verschiedenen Prüfkriterien untersuchen zu lassen (vgl. Tabelle).

Wert/DM	Masse/g	Durchmesser/cm	Magn. Eigenschaft	Material <sup>1</sup>
0,01	2,00	1,65	+	Stahlkern mit Kupferauflage
0,02	2,90	1,93	+	Stahlkern mit Kupferauflage *
0,05	3,00	1,85	+	Stahlkern mit Messingauflage
0,10	4,00	2,15	+	Stahlkern mit Messingauflage
0,50	3,50	2,00	-	Cu-Ni-Legierung
1,00	5,50	2,35	-	Cu-Ni-Legierung
2,00	7,00	2,68	(+)	Ni-Kern mit Cu-Ni-Legierung
5,00	10,00	2,90	(+)	Ni-Kern mit Cu-Ni-Legierung

\* seit 1968, vorher Cu-Sn-Zn-Legierung ( $m = 3,3$ )

+ = wird vom Stabmagneten angezogen

(+) = wird schwach von Stabmagneten angezogen

- = wird nicht vom Stabmagneten angezogen

<sup>1</sup> Deutsche Bundesbank - Presse und Information (Hrsg.): Münzen der Bundesrepublik Deutschland, Postfach 10 06 02, D-60006 Frankfurt am Main, November 1991.